

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-152158

(43)Date of publication of application : 24.05.2002

(51)Int.Cl.

H04J 1/00
H04H 1/00
H04J 11/00
H04N 5/00
H04N 5/38
H04N 7/08
H04N 7/081

(21)Application number : 2000-347658

(71)Applicant : HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC

(22)Date of filing : 15.11.2000

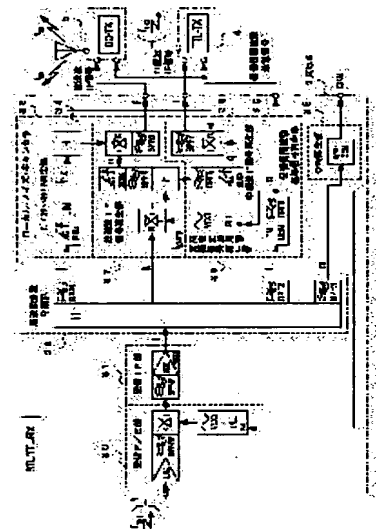
(72)Inventor : KAWAGUCHI EIJI

(54) GROUND DIGITAL TV BROADCASTING TRANSMITTING METHOD AND GROUND DIGITAL TV BROADCASTING SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a ground digital TV broadcasting transmitting method and a ground digital TV broadcasting system, with which repeated transmitting is enabled while keeping sufficient performance as a while by holding high frequency accuracy, improving a transmitting quality as well and dealing with multi-stage repeating although there is a problem that the transmitting quality is deteriorated by superimposing phase noise in a conventional method.

SOLUTION: In this ground digital TV broadcasting transmitting method, a receiving side frequency reference signal, a pilot carrier and a broadcasting wave IF signal are transmitted from a studio as a frequency-multiplexed STL signal and at a transmitting station, the frequency synchronization and noise removal of the broadcasting wave IF signal and a repeating wave IF signal are performed by using the receiving side frequency reference signal and the pilot carrier.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

mis Page Blank (uspto)

(19) 日本特許庁 (J P) (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-152158

(P2002-152158A)
(43) 公開日 平成14年5月24日(2002.5.24)

(5) Int.Cl. ⁷		識別記号	F I	チーコード ⁷ (参考)
H 0 4 J	1/00	H 0 4 J	1/00	5 C 0 2 5
H 0 4 H	1/00	H 0 4 H	1/00	A 5 C 0 5 6
H 0 4 J	11/00	H 0 4 J	11/00	Z 5 C 0 6 3
H 0 4 N	5/00	H 0 4 N	5/00	B 5 K 0 2 2
	5/38		5/38	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特開2000-347658(P2000-347658)	(71) 出願人	000001122 株式会社日立国際電気
(22) 出願日	平成12年11月15日(2000.11.15)	(72) 発明者	川口 栄治 東京都中央区東新三丁目14番20号 株式会社日立国際電気内
		(74) 代理人	100093104 井理士 船井 敏宏 (外1名)

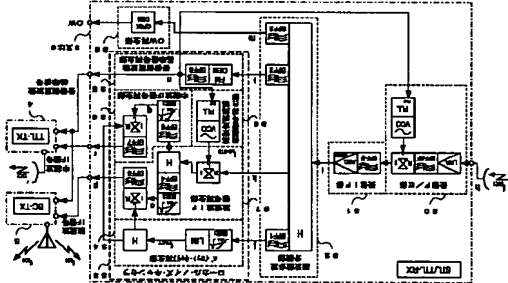
(54) 【発明の名称】 地上デジタルTV放送伝送方法及び地上デジタルTV放送システム

最終頁に続く

(57) 【要約】

【課題】 従来は、位相雑音が重畳されて伝送品質が劣化するという問題点があったが、本発明は、高い周波数精度を保持すると共に、伝送品質を向上し、多段中継にも対応できるようにして、全体として十分な性能を保持しながら中継伝送できる地上デジタルTV放送伝送方法及び地上デジタルTV放送システムを提供する。

【解決手段】 スタジオから、変復調周波数基準信号とパイロット・キャリアと放送波IF信号とを周波数多重してSTL信号として送信し、送信所において、変復調周波数基準信号とパイロット・キャリアを用いて放送波IF信号及び中継波IF信号の周波数同期及び雑音除去を行うことを特徴とする地上デジタルTV放送伝送方法である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 スタジオで、放送データを変調して放送波IF信号を生成し、前記放送波IF信号を周波数変換してSTL信号として送信し、送信所で、前記STL信号又は前段の送信所からのTTT信号を受信し、周波数変換して受信IF信号を生成し、前記受信IF信号に含まれる放送波IF信号を放送用電波としてテレビ受像機に送信すると共に、前記IF信号を中継波IF信号として周波数変換し、TTT信号として後続の送信所に中継伝送する地上デジタルTV放送伝送方法において、スタジオでは、受信側で周波数同期及び雑音除去に用いる受信側周波数基準信号とパイロット・キャリアとを生成し、放送波IF信号と前記受信側周波数基準信号及び前記パイロット・キャリアとを周波数多重してから、周波数変換してSTL信号として送信し、送信所では、前記受信IF信号内の受信側周波数基準信号とパイロット・キャリアを用いて前記受信IF信号の周波数同期及び雑音除去を行って中継波IF信号を出力すると共に、前記受信側周波数基準信号と前記パイロット・キャリアを用いて前記受信IF信号内の放送波IF信号の周波数同期及び雑音除去を行って放送波IF信号を出力することを特徴とする地上デジタルTV放送伝送方法。

【請求項2】 受信側周波数基準信号とパイロット・キャリアを用いた放送波IF信号又は中継波IF信号の周波数同期及び雑音除去方法が、周波数値差と位相雑音の重畳した放送波IF信号又は中継波IF信号を、2プラノンチに分割し、一方のプラノンチ信号を前記受信側周波数基準信号に基づき位相雑音の少ない周波数帯域信号で周波数変換することで、他プラノンチ信号の位相雑音の回転方向と逆になる位相雑音が得られ、前記2プラノンチから出力される信号同士を周波数変換することで、前記周波数帯域信号に同期させ、位相雑音をキャンセルする周波数同期及び雑音除去方法であることを特徴とする請求項1記載の地上デジタルTV放送伝送方法。

【請求項3】 スタジオ内で、受信側周波数基準信号を広帯域FM変調してFM基準信号を生成し、前記FM基準信号を放送波IF信号と周波数多重して送信し、送信所で、前記FM基準信号から得られる受信側周波数基準信号を用いて放送波IF信号及び中継波IF信号の周波数同期及び雑音除去を行うことを特徴とする請求項1又は請求項2記載の地上デジタルTV放送伝送方法。

【請求項4】 スタジオと、複数のテレビ受像機と、前記スタジオから送信された信号を多段に中継すると共に中継途中でテレビ受像機に放送用電波を送信する複数の送信所とを有する地上デジタルTV放送システムにおいて、

前記スタジオが、放送データを変調して放送波IF信号を生成し、受信側における周波数同期及び雑音除去に用いる受信側周波数基準信号とパイロット・キャリアを生成

成し、前記受信側周波数基準信号を広帯域FM変調してFM基準信号を生成し、前記放送波IF信号と前記FM基準信号及び前記パイロット・キャリアとを周波数多重し、周波数変換してSTL信号として送信するスタジオであり、

前記各送信所が、前記STL又は前段の送信所からのTTT信号を受信し、周波数変換して受信IF信号を生成し、前記受信IF信号内の受信側周波数基準信号とパイロット・キャリアを用いて前記受信IF信号内の放送波IF信号の周波数同期及び雑音除去を行い、放送用電波としてテレビ受像機に送信すると共に、前記受信側周波数基準信号と前記パイロット・キャリアを用いて前記受信IF信号の周波数同期及び雑音除去を行って中継波IF信号とし、前記中継波IF信号をTTT信号として後続の送信所に中継伝送する送信所であることを特徴とする地上デジタルTV放送システム。

【請求項5】 スタジオが、伝送する放送データをデジタル変調して放送波IF信号を生成する変復調と、受信側における周波数同期及び雑音除去に用いる受信側周波数基準信号とパイロット・キャリアを生成し、前記受信側周波数基準信号を広帯域FM変調したFM基準信号とパイロット・キャリアとを周波数多重し、周波数変換してSTL信号として送信するSTL送信機とを備えるスタジオであり、

各送信所が、前記STL信号又は前段の送信所からのTTT信号を受信し、周波数変換して受信IF信号を生成し、前記受信IF信号内の受信側周波数基準信号とパイロット・キャリアを用いて前記受信IF信号内の放送波IF信号の周波数同期及び雑音除去を行って放送波IF信号を再生して出力すると共に、前記受信側周波数基準信号と前記パイロット・キャリアを用いて前記受信IF信号の周波数同期及び雑音除去を行って中継波IF信号を再生して出力するSTL/TTT変復調と、前記放送波IF信号から放送用電波を生成して送出する放送用送信機と、前記中継波IF信号を周波数変換してTTT信号として後続の送信所に中継伝送するTTT送信機とを備える送信所であることを特徴とする請求項4記載の地上デジタルTV放送システム。

【請求項6】 スタジオの変復調が、高精度の基準信号を用いて放送データをデジタル変調して放送波IF信号を生成し、前記放送波IF信号と前記基準信号とを出力する変復調であり、

スタジオのSTL送信機が、受信側における周波数同期及び雑音除去に用いるパイロット・キャリアを生成するパイロット・キャリア生成手段と、受信側における周波数同期及び雑音除去に用いる受信側周波数基準信号を前記変復調からの基準信号に基づいて生成する受信側周波数基準信号生成手段と、前記受信側周波数基準信号を広帯域FM変調してFM基準信号を生成するFM基準信号

生成手段と、前記変調器からの放送波 F 信号と前記パイロット・キャリアと前記 FM 基準信号とを周波数多重する周波数多重手段と、前記周波数多重された信号を周波数変換して TLL 信号を送信する送信周波数変換手段とを有する STL 送信機であり、

送信所の S/T/L/TTL 受信機が、スワッチからの S/T 信号又は前回の送信所からの TTL 信号を受信し、前記受信機が変換して受理し、前記変換機は F 信号の成分と、前記受信機 F 信号を受理して前記変換機 F 信号の成分と、パイロット・キャリアの成分と F 基準信号の成分とを出力する周波数周波数多重手段と、前記 F 基準信号の成分から受信側周波数基準信号を取得し、前記パイロット・キャリアの成分からパイロット・キャリアを再生し、前記受信機 F 信号の成分から F 信号の周波数成分及び音声成分と取り出す変換機 F 信号を再生して出力すると共に、前記受信側周波数基準信号と前記パイロット・キャリアを用いて前記変換機 F 信号の周波数成分及び音声成分を行って中継波 F 信号を再生して出力するローカル・ノイズ・キャリア手段とを有する S/T/L/TTL 受信機が成ることを特徴とする構成及び記載の地上デジタル放送システム。

【例7】 S/L/TTL受信側のローカル・ノイズ・キャンセル手段が、
パイロット・キャリアの成分からパイロット・キャリアを再生するパイロット・キャリア再生手段と、
F/M搬送信号の成分から受信側周波数基準信号を取得する受信側周波数基準信号再生手段と、
前記受信側周波数基準信号から前記受信側の周波数基準信号を生成する前記受信側周波数基準信号再生手段と、
受信側F1信号の成分から前記周波数基準信号で周波数変換し、放送波1F信号を抽出し、前記再生手段と、前記周波数変換した信号とを逐次変換し、放送波1F信号として所定の帯域成分に制限して放送波1F信号を再生する放送波1F信号再生手段と、

前記放送波ⅠF信号再生手段において受信ⅠF信号の成分を前記部調整帯域成分と周波数変換した信号を入力し、前記再生されたパイロット・キャリアと選好が等しいような周波数補正を施し、前記選好補正した信号を前記再生されたパイロット・キャリアで周波数変換し、中波ⅠF信号として所要周波数成分に調整した中波ⅠF信号を再生する中波ⅠF信号再生手段とを有するローカル・ノイズ・キャンセリ手段であることを特徴とする請求項6の発明の地上デジタル放送システム。

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】 本発明は、地上デジタルTV放送システムに係り、特に雑音を除去して十分な性能を保持しながら中継伝送できる地上デジタルTV放送伝送

方法及び地上デジタルTV放送システムに関するものである。

[00002] 従来の技術上、地上デジタル放送の研究開発が従来の異様に力がついて進められている。地上デジタル放送においては、サービエンジニアを全国規模で拡大するために、短期間から送り込まれる放送波の中継して子局に送る放送波中継機の設置が可能である。

[00003] 現行のアナログ地上放送における放送波は

周波数を利用した放送は、新しい放送技術としては、最も周波数に敏感な放送技術と見做される。これに対し、地上デジタル放送においては、貴重な周波数資源の有効利用を図り、また地上デジタル放送を利用した移動体サービスにおいて同一周波数の放送されるエリアを広くするために、放送地域間の送受信周波数を局間のそれと同一周波数にする。いわゆる SF N (Single Frequency Network : 単一周波数網) の構築と周波数資源とが関係している。

【0004】SFN方式でネットワークを構築すると、中継局において、自局の回り込みに起因する発振現象などが発生し、放送波の中継が困難になったり、所望の出力で送信できなくなってしまう等の問題点があった。

【0005】そこで、回り込みによる問題を解決する方法として、地上デジタル放送で使用するOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiple：直交分割多重周波数) 信号を、その各中継局にそれぞれ周波数の有効利用と経路削減とを図ることが考えられていた。しかしながら、OFDM信号そのままで送信し、周波数の有効利用と経路削減とを図ることができず、結局として、各中継局に設けられている受信装置側のローカル発振周波数の僅かなずれが生じ、かつOFDM信号の復調に致命的な障害を生じしてしまう。さらには、このような陥入をなくしてOFDM信号を確実に中継することができる技術の開発が望まれていた。

【0006】各中継局でローカル発振周波数に揃うべきなどが発生しないようにする1つの方法として、パイロット信号を用いる技術が、平成11年7月30日公開の特開平11-205280号「送信装置及び受信装置」

(出典)：日本放送協会、発明者：興行雄他)に記載されている。この従来技術は、OFDM信号を構成する入ベクトルの上側(又は側)に、OFDM信号のスペクトルとソリッド化した周波数となるようにパイロット信号を重複して送信装置から送信すると共に、受信装置側にも送信信号を周波数変換して得られたパイロット中のパイロット信号に基づき、ローカル発振器の周波数誤差を周知するもので、これにより、各中継局でのローカル周波数に相対的な周波数誤差が生じないようになり、周波数の角変位と低周波角変位は検知されるものである。

【0007】
【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従

来の送信機周波数及び受信装置を用いた地上デジタルTV放送システムでは、周波数精度は保持できても中継伝送の過程で重畳された位相雑音などはキャンセルできず、中継が多段になると位相雑音等が次々に重畳されていった伝送品質を劣化させるという問題点があった。

【0008】本発明は上記実情に鑑みて為されたもので、高い周波数精度を保持すると共に、伝送品質も向上し、多段中継にも対応できるようにして、全体として十分な性能を保持しながら中継伝送できる地上デジタル放送伝送方法及び地上デジタルTV放送システムを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記従来例の問題点を解決するための本発明は、地上デジタルTV放送送信方法において、スタック内で、受信側における周波数同期及び雑音除去法に用いる受信側周波数基準信号をF-M波割したF-M波基準信号と、パイロット・キャリアとを放送し、F信号とを周波数多重化してから、周波数変換してF1信号として送信し、送所では、STT又は前段の送所からのTTL信号を受信し、周波数変換して受信F1信号を生成し、受信F1信号内でのF-M波基準信号から受信側周波数基準信号を取得し、受信側周波数基準信号とパイロット・キャリアを用いた放送波F1信号の周波数同期及び雑音除去法を行い、放送用電波としてテレビ受聴機に送信する。共に、受信側周波数基準信号とパイロット・キャリアを用いて受信F1信号の周波数同期及び雑音除去法を行うことで周波数F1信号とし、中継F1信号を周波数変換してF1信号として後続の送所に中継伝送するので、各送所において、スタックから伝送されるF-M波基準信号から得られる受信側周波数基準信号に従ってF1信号に周波数同期され、更に伝送用多重化される位相雑音を除きながら、放送波F1信号を送信すると共に、中継波F1信号を中継伝送し、而も周波数精度を保持すると共に、伝送品質も向上し、多段中継にも対応できるようにして、全体として十分な品質を保持しなされる。中継伝送までである。

【0010】上記従来の問題点を解決するための、本明細書は、地上デジタル放送伝送システムにおいて、ステレオ、モノラル、および周波数異なる複数の雑音除去方式を用いる受信側周波数基準信号をF-M変調したF-M基準信号と、パイロット・キャリアと放送波、F-1信号とを周波数多重して、周波数変換したSTL信号として送信するシステムであり、送信側が、STLと変調後の放送波とF-1信号を受信し、周波数変換して受信F-1信号から、のTTL信号を受信し、周波数変換して受信F-1信号を生成し、受信F-1信号のF-M基準信号と号から受信側周波数基準信号を取得し、受信側周波数基準信号とパイロット・キャリアを用いて放送波、F-1信号の周波数同期及び雑音除去を行い、放送波と変換してステレオ受信側周波数基準信号と、パイロット・キャリアとを出力し、受信側周波数基準信号とパイロット・キャリアを用いて受信F-1信号の周波数同期及び雑音除去を行う。

去(行)って中継波 F 信号とし、中継波 F 信号を周波数変換して TTT F 信号として後述の送信所へ中継送る。送信所としての、各送信所において、ヌメロから送信される F 波帯信号が、得られる受信周波数感測信号に就て振幅精度に周波数同相させ、更に伝送過程で量される位相ずれを除去し、成る波 F 信号を出力すると共に、中継波 F 信号を中継波送し、高い振幅精度を保持すると、中継 F 波帯信号を直し、多段中継にも対応できるようにして、全体として十分な精度を保持しながら中継伝送できる。

【00011】
【発明の要約】本発明の実態の形態について図面を参照しながら説明する。尚、以下で説明する構成要素は、当該構成要素を現在できる手段であれば、どのような回路に実装されても構わず、また構成の一部又は全部をソフトウェアで実現することも可能である。更に、構成要素は手段を異なる回路にすることも可能としてもよく、複数の構成要素を単一の回路で実現してもよく、

い。

[0012] 上位概念的に説明すれば、本発明に係る地上デジタル放送送信方法及び地上デジタル放送システムは、スワッチングで、受信側における周波数同期及び雑音除去に用いる受信側周波数基準信号をF.M変換したF.M周波数信号と、パイロット・キャリアとが放送されたF.M周波数多重化してから、周波数変換してS.T.L信号として伝送し、送受所で、S.T.L又は前段の送受所からのT.LL信号を受信し、周波数変換して受信しF.M信号を生じ、受信しF.M信号内のF.M周波数から受信側の周波数基準信号を取り出し、受信側周波数基準信号とパイロット・キャリアを用いて放送されたF.M信号の周波数同期及び雑音除去を行い、放送用電波としてテレビ受像機に送信すると共に、受信側周波数基準信号とパイロット・キャリアを用いて受信しF.M信号の周波数同期及び雑音除去を行って受信しF.M信号とし、中継しF.M信号を周波数変換してT.LL信号として後続の送受所に中継伝送されるので、各送受所において、スワッチングで伝送されるF.M基準信号から得られる受信側周波数基準信号と受信側周波数同期を除きながら、放送波F.M信号を送信するとは従前に、中継波F.M信号を中継伝送し、両方周波数同期と受信できるように、中継波F.M信号を送信するにも対応できる。つまり、伝送品質向上、多段中継にも対応できるようにして、全体として十分な性能を保持しながら中継伝送である。

【0013】機能実現手段で説明すれば、本発明に係るデジタルTV放送システムは、スタジオの変調器が、各種の変調信号を用いて放送データをデジタル変調し、放送波「F」信号を生成し、放送波「F」信号と基準信号とを出力する変調器であり、放送波のSTL送信機が、受信機における周波数同期及び雑音除去に用いるパルスビット・キャリアを生成するパルスビット・キャリア生成

段と、受信側における周波数同期及び雑音除去に用いる受信側周波数基準信号を交調器からの基準信号に基づいて生成する受信側周波数基準信号生成手段と、受信側周波数基準信号を広帯域FM変調してFM基準信号を生成するFM基準信号生成手段と、交調器からの放送波IF信号とパイロット・キャリアとFM基準信号との周波数多重する周波数多重手段と、周波数多重された信号と周波数変換してTTTL信号を送信する送信周波数変換手段とを有するSTL送信機であり、送信所のSTL/TTTL受信機が、スタジオからのTTL信号又は前段の送信機からのTTTL信号を受信し、周波数変換して受信IF信号を生成する受信手段と、受信IF信号を分配して受信IF信号の成分とパイロット・キャリアの成分とFM基準信号の成分とを出力する周波数多重分配手段と、FM基準信号の成分から受信側周波数基準信号を取得し、パイロット・キャリアの成分からパイロット・キャリアを再生し、受信IF信号内の放送波IF信号の周波数同期及び雑音除去を行って放送波IF信号を再生して出力すると共に、受信側周波数基準信号とパイロット・キャリアを用いて受信IF信号の周波数同期及び雑音除去を行って中継波IF信号を再生して出力するローカル・ノイズ・キャンセル手段とを有するSTL/TTTL受信機とを有するとして、各送信所のSTL/TTTL受信機において、ローカル・ノイズ・キャンセル手段で、スタジオから伝送されるFM基準信号から得られる受信側周波数基準信号に従って高帯域に周波数同期し、更に伝送過程で重畳される位相雑音を除去しながら、放送波IF信号を送信すると共に、中継波IF信号を中継放送し、高い周波数精度を保持すると共に、伝送品質も向上し、多段中継にも対応できるようにして、全体として十分な性能を保持しながら中継伝送できるものである。

【0014】尚、本発明の実施の形態における各手段と図2又は図4の各部との対応を示すと、STL送信機の送信周波数変換手段は、図2の送信周波数変換部26及び電力増幅部27に相当し、TTL送信機の受信手段は、図4の受信F/E部30及び受信IF部31に相当している。

【0015】まず、本発明の実施の形態に係るSTL/TTL伝送方法を実現する地上デジタルTV放送システムの概略構成について、図1を聞いて説明する。図1は、本発明の実施の形態に係る地上デジタルTV放送システムの概略構成ブロック図である。本実施の形態に係る地上デジタルTV放送システムは、図1に示すように、スタジオ、親局、子局/中継局(2)、子局/中継局(3)(図示せず)、子局/中継局(4)(図示せず)、子局/中継局(5)、5台のテレビ受像機(図では、TV-RXで内3台が図示されている)9から基本的に構成されている。尚、本発明では、SFN(Single Frequency Network：単一周波数網)システムの中で、5方向の無線回線を連続接続することを条件としている

数f(2t)を受信し、雑音を除去した後に放送波IF信号と中継波IF信号を出力するSTL受信機(図では、TTL-RX2)6と、TTL受信機6からの中継波IF信号を入力し、周波数f32のTTL信号で送信するTTL送信機(図では、TTL-RX2)7と、TTL受信機6からの放送波IF信号を入力し、TV放送用周波数f12でテレビ受像機(図では、TV-RX)9に送信する放送用送信機(図では、BC-TX2)8を備えている。尚、子局/中継局(3)、(4)(図示せず)については、子局/中継局(2)と同様の構成である。【0021】子局/中継局(5)は、TTL信号(周波数f54)を受信し、雑音を除去した後放送波IF信号を出力するTTL受信機(TTL-RX5)と、TTL受信機からの放送波IF信号を入力し、TV放送用周波数f15でテレビ受像機(TV-RX)に送信する放送用送信機(BC-TX5)とを備えている。

【0022】テレビ受像機(TV-RX1,TV-RX2,...,TV-RX5)9は、親局、子局/中継局(2)、...、子局/中継局(5)からのTV放送用周波数f1, f12,..., f15(同一周波数)を受信し、放送番組を放映する。

【0023】次に、本発明の実施の形態に係るSTL/TTL伝送方法を実現する地上デジタルTV放送システムの概略動作について、図1を用いて説明する。本実施の形態に係る地上デジタルTV放送システムでは、スタジオで撮影された映像及び音声がデータ等が、BST-OFDM変調器1で放送用IF信号に変調されてSTL送信機2に出力され、STL送信機2で放送用IF信号と受信側周波数同期及び位相雑音除去に用いられる各種基準信号(FM基準信号、パイロット・キャリア)とが周波数多重化されて、周波数f10にて親局に送信される。

【0024】親局では、周波数f10のSTL信号がSTL受信機3で受信され、各種基準信号を用いてノイズキャンセリングが行われ、雑音除去された放送波IF信号と中継波IF信号とが再生され、中継波IF信号は、TTL送信機4で周波数f21のTTL信号に変換されて送信され、子局/中継局(2)に伝送される。一方、STL受信機3で再生された放送波IF信号は、放送用送信機5に出力され、放送用送信機5でTV放送用周波数f11に変換されて、テレビ受像機9でTV放送用周波数f11に受信されて、テレビ受像機9で放送番組が放映される。

【0025】次に、本発明の地上デジタルTV放送システムにおけるスタジオ内のSTL送信機2の内部構成について、図2を用いて具体的に説明する。図2は、本発明の地上デジタルTV放送システムにおけるスタジオ内のSTL送信機2の内部の構成ブロック図である。本発明の地上デジタルTV放送システムにおけるスタジオ内のSTL送信機2の内部は、パイロット・キャリア生成部21と、受信側周波数基準信号生成部22と、FM基準信号生成部

23と、OW生成部24と、周波数多重部25と、送信周波数変換部26と、電力増幅部27とから構成されている。

【0026】本発明のSTL送信機2内部の各部について説明する。パイロット・キャリア生成部21は、STL受信機3及びTTL受信機6でSTL送信機2及びTTL送信機4の周波数すれ(位相雑音)をキャンセルするためのパイロット・キャリアを生成するものである。通常、パイロット・キャリアは、放送波IF信号(BST-OFDM)から少し離れた周波数位置となる信号である。具体的パイロット・キャリア生成方法としては、BST-OFDM変調器1から出力される高帯域の高帯域信号をリファレンス信号として、PLL(Phase Locked Loop:位相同期ループ)により所定周波数のパイロット・キャリアを再生するようにしている。尚、ここでは、BST-OFDM変調器1からの基準信号をリファレンス信号としてパイロット・キャリアを生成しているが、本質的には、パイロット・キャリアの周波数をBST-OFDM変調器1からの基準信号に同期させる必要性はない。

【0027】受信側周波数基準信号生成部22は、STL受信機3及びTTL受信機6及び放送用送信機5で使用する高帯域の低周波数基準信号(受信側周波数基準信号)を生成するものである。但し、放送用送信機5が立ち上げた基準信号を持つ場合には、ここで生成した低周波数基準信号を放送用送信機5には伝送しない場合もある。具体的な低周波数基準信号生成方法としては、まずBST-OFDM変調器1から出力される高帯域の基準信号を分離して高帯域の低周波数基準信号を取得し、次に、当該周波数を中心周波数とする帯域域の帯域通過フィルタ(Band Pass Filter: BPF)(図ではBPF)を通してスプリアス成分を取り除き、単一スペクトラムの高帯域の低周波数基準信号を得るようになっている。

【0028】FM基準信号生成部23は、受信側周波数基準信号生成部22で生成された受信側周波数基準信号を受信側(STL受信機3及びTTL受信機6)に伝送するために、受信側周波数基準信号の交調波(FM基準信号)を生成するものである。尚、FM基準信号生成部23は、受信側周波数基準信号生成部22で生成された受信側周波数基準信号を交調ナシで伝送した場合に生じる伝送路での雑音、混信、妨害、フェージング等の劣化を、広帯域のFM変調によるFM変調により軽減する、広帯域の雑音、混信、妨害、フェージング等の劣化を、広帯域のFM変調によるFM変調により軽減するために設けられたものである。具体的なFM基準信号生成方法としては、BST-OFDM変調器1から出力される高帯域の基準信号をリファレンス信号として、PLLにより所定周波数のキャリアを取得し、当該キャリアを受信側周波数基準信号生成部23から出力される受信側周波数基準信号で広帯域FM変調するようにしている。尚、ここでは、BST-OFDM変調器1からの基準信号をリファレンス信号としてキャリアを生成してい

$$f_{w1} < \theta \ (1 - T_{\text{BPF2}})$$

【0047】一方、シグナル・プランチでは、局部発振器60から局部発振信号Dが出力される。ここで、局部発振器60から出力される局部発振信号Dの周波数特性は、図6(D)に示すように、局部発振周波数(LO)の信号と、それに重畳された系内局発振位相雑音である。ここで、系内の局発振信号周波数を f_{w1} とし、系内の局部発振信号位相雑音を $\phi \ (1)$ とすると、系内の局部発振信号周波数 f_{w1} には、系内の局部発振信号位相雑音 $\phi \ (1)$ が重畳されているので、次のように示される。

$$f_{w1} < \theta \ (0.48)$$

【0048】そして、シグナル・プランチでは、周波数変換器61において分配器50から出力された信号を局部発振器60からの局部発振信号Eで周波数変換されて信号Eが出力される。ここで、周波数変換器61から出力される信号Eの周波数特性は、図6(E)に示すように、入力信号Aと局部発振信号Dとの和成分と差成分とが存在する。よって、信号Eに含まれる各信号成分と重畳される位相雑音との関係は、次のようになる。

$$f_{w1} - f_{w2} < \theta \ (1) - \phi \ (1)$$

$$f_{w1} - f_{w2} < \theta \ (1) - \phi \ (1)$$

$$f_{w1} + f_{w2} < \theta \ (1) + \phi \ (1)$$

$$f_{w1} + f_{w2} < \theta \ (1) + \phi \ (1)$$

【0049】そして、周波数変換された信号Eは、帯域通過フィルタ(BPF2)62で差成分のみが通過するように帯域制限されて信号Fが出力され、(信号Fの周波数特性は、図6(F)に示すように)、(E)における和成分が除去されて差成分のみが存在する。この時、帯域通過フィルタ(BPF2)62では遅延が発生し、この遅延時間を T_{BPF2} とすると、抽出される差成分に重畳される位相雑音には、 T_{BPF2} だけ遅延が発生し、信号Fは、次のようになる。

$$f_{w1} - f_{w2} < \theta \ (1 - T_{\text{BPF2}}) - \phi \ (1 - T_{\text{BPF2}})$$

$$f_{w1} - f_{w2} < \theta \ (1 - T_{\text{BPF2}}) - \phi \ (1 - T_{\text{BPF2}})$$

【0050】そして、信号Fは、遅延補正器(遅延1)63で、パイロット・プランチの帯域通過フィルタ(BPF1)51における遅延時間と等価になるように遅延が加えられ、信号Gが出力される。ここで、帯域通過フィルタ(BPF1)51の遅延時間 T_{BPF1} に対して、帯域通過フィルタ(BPF2)62の遅延時間を T_{BPF2} と、遅延補正器63における遅延時間を Δt とすると、

$$T_{\text{BPF1}} = T_{\text{BPF2}} + \Delta t$$

となるように、遅延補正器63で遅延 Δt を加え、パイロット・プランチとの遅延時間差を等価する。その結果、信号Gの周波数特性は変化せず、図6(G)に示されるようになり、信号Gに含まれる各信号成分と重畳される位相雑音との関係は、位相雑音に遅延 Δt が加わった次のようになる。

$$f_{w1} - f_{w2} < \theta \ (1 - T_{\text{BPF2}} - \Delta t) - \phi \ (1 - T_{\text{BPF2}} - \Delta t)$$

との関係は、次のようになる。

$$f_{w1} - (f_{w1} - f_{w2}) < \theta \ (1 - T_{\text{BPF2}} - \Delta t)$$

【0055】上記説明したローカル・ノイズ・キャンセラの周波数同期及び雑音除去の原理により、例えば入力信号に周波数雑音が生じたとしても、局部発振器60が発生する周波数精度で周波数変換された局部発振信号に従って周波数の出力信号が得られるので、入力信号の周波数雑音が解消でき、また、出力信号の位相雑音は、入力信号に重畳されていた位相雑音 $\phi \ (x)$ がキャンセルされ、代わりに系内の局部発振信号の位相雑音 $\phi \ (x)$ のみとなるので、系内の局部発振信号の位相雑音 $\phi \ (x)$ が十分小さければ、入力された信号の位相雑音は、十分軽減されて出力されることになることがわかる。

【0056】次に、上記説明したローカル・ノイズ・キャンセラの原理を実現する本発明のデジタルTV放送システムのS-TL受信機3又はT-TL受信機6におけるローカル・ノイズ・キャンセラ33内部の構成について、図4を用いて説明する。本発明のデジタルTV放送システムは、パイロット・ノイズ・キャンセラ34と、受信側周波数基準信号再生部35と、高安定度局部発振信号再生部36と、放送波IF信号再生部37と、中継波IF信号再生部38とから構成されている。

【0057】ローカル・ノイズ・キャンセラ33内部の各部について説明する。パイロット・キャンサ再生部34は、送信機での周波数ずれ、受信機での周波数ずれを解消し、送信機で重畳された位相雑音、受信機で重畳された位相雑音、伝送路で重畳された位相雑音をキャンセルするためのパイロット・キャンサを再生するものである。具体的なパイロット・キャンサの再生方法としては、周波数多成分分割器32で抽出されたパイロット・キャンサ信号成分1に対して、遅延補正器1(図1では遅延1)で遅延補正をかけ、リミッタ増幅器(図1ではリミッタ増幅器)でリミッタ増幅し、所定のレベルを得ると共に、レベルの安定化を図ってパイロット・キャンサ再生信号(f_{Pilot})を得るようになっている。

【0058】尚、遅延補正器1における遅延は、後述する放送波IF信号再生部37の遅延補正器2、及び中継波IF信号再生部38の遅延補正器3と共に用いてパイロット・キャンサ再生部38の遅延補正器3に用いてパイロット・キャンサ再生部38の遅延補正をかけるため、キャリアー中継波IF信号の周波数補正をかけるためのもので、各プランチの処理に挿入されたBPF(具体的には、BPF1、BPF4、BPF6)の遅延時間差を吸収するための処理である。また、遅延補正して再生されたパイロット・キャンサ再生信号(f_{Pilot})は、分配器(図1ではH)で分割されて放送波IF信号再生部37及び中継波IF信号再生部38に供給され、受信機に重畳されていた位相雑音をキャンセルする際に用いられるようになっている。

【0059】受信側周波数基準信号再生部35は、S-TL受信機3、T-TL受信機6、T-TL送信機4、放送波送信機5で使用する受信側周波数基準信号を再生するものである。但し、放送波送信機5が独立した基準信号を持つ場合には、ここで生成した受信側周波数基準信号を放送波送信機5には伝送しない場合もある。具体的な受信側周波数基準信号の再生方法としては、周波数多成分分割器32で抽出されたF-M基準信号成分1を周波数変換の復調器(図1ではF-DEM)で検波し、当該周波数を中心周波数とする帯域域の帯域通過フィルタ(図ではBPF8)を通して、サブキャリア成分を除去し、単一サブキャリアの受信側周波数基準信号を得るようになっている。尚、ここで再生した受信側周波数基準信号は、S-TL受信機3又はT-TL受信機6内の受信F/E部30及び高安定度局部発振信号再生部36に供給されると共に、T-TL送信機4及び放送波送信機5に伝送されるようになっている。

【0060】高安定度局部発振信号再生部36は、受信IF信号の周波数雑音を解消し、雑音を除去して高い周波数精度及び高い安定度の放送波IF信号及び中継波IF信号を再生するために用いる局部発振信号(図1では f_{Local})を生成するものである。具体的な局部発振信号生成方法としては、受信側周波数基準信号再生部35で再生された受信側周波数基準信号をリファレンス信号として、PLLにより所定周波数のキャリアを取得するようになっている。尚、ローカル・ノイズ・キャンセラ33における周波数雑音の解消及び位相雑音除去の精度を高めるためには、ここで生成される局部発振信号が、高雑音をもちながらCNR (Carrier to Noise Ratio)である必要があるが、局部発振信号の高雑音、高安定度は、送信側からF-M基準信号により伝送された受信側周波数基準信号に同期することによって達成できるものである。

【0061】放送波IF信号再生部37は、S-TL送信機2でS-TL伝送のためにOFDM波に添加されたパイロット・キャンサ、F-M基準信号、OFDM波を除去してOFDM波のみを抽出し、送信機、伝送路、受信機において、S-TL/T-TL波に加わった周波数ずれ及び位相雑音を軽減すると共に、指定周波数の放送波IF信号を再生するものである。具体的な放送波IF信号の再生方法としては、ローカル・ノイズ・キャンセラの原理に従い、まず、位相雑音キャンセルの前処理として、周波数多成分分割器32から出力された受信IF信号kを、高安定度局部発振信号再生部36で生成された高周波数周波数及び高い安定度の局部発振信号で周波数変換し、帯域通過フィルタ(図1ではBPF4)で差成分のみを抽出する。そして、位相雑音キャンセルのために、遅延補正器2(図1では遅延2)で遅延補正をかけて、パイロット・キャンサ再生信号の遅延時間と遅延時間等化する。ここで、パイロット・キャンサ再生信号の遅延時間は、

ss Filter L P F) にて帯域を制限して高周波の不要成分を除去し、空中線から送出するようになっている。

【0076】次に、本発明のT T L送信機4又はT T L送信機7の動作について、図9を用いて説明する。図9は、本発明のT T L送信機4又はT T L送信機7内部の各部における信号の周波数特性を示す特性図である。高、図9においては、振軸の周波数f (Hz)は、各周で異なっており、(h)及び(s)は、高周波のマイクロ波帯であり、(r)は、1 F帯である。本発明では、スタジオのS T L送信機2、又は親局のT T L送信機4、又は初段の子局／中継局T T Lの送信機7から送信される図9 (h)に示すS T L／T T L信号hが、S T L受信機3又はT T L受信機6において、周波数同期及び位相補正除去されて、図9 (r)に示す中継波1 F信号rと受信周波数基準信号nとが出力される。本発明のT T L送信機4又はT T L送信機7において、送信周波数交換部40において、受信側周波数基準信号nに従って発せられる送信周波数基準信号で中継波1 F信号が周波数交換され、図9 (s)に示す高周波のT T L信号sが出力され、電力増幅部41で電力増幅されて中継波のT T L信号が空中線から送出されるようになっている。

【0077】次に、本発明の地上デジタルTV放送送信方法を実現する地上デジタルTV放送システムについて、本発明の特許部分に着目しながら、図1を使つて説明する。本発明の地上デジタルTV放送システムは、図1に示すシステム構成において、スタジオで撮影された映像及び音声等の放送データが、B S T-O F D M変調器1で放送用1 F信号(B S T-O F D M)に変調され、高周波の基準信号と共にS T L送信機2に出力され、S T L送信機2で、基準信号に基づいて変調される周波数同期及び位相補正除去を用いるパイロット・キャリアと受信側周波数基準信号が生成され、受信側周波数基準信号が周波数F M変調されてF M基準信号が生成され、放送用1 F信号と、パイロット・キャリアと、F M基準信号とが周波数多重されて送信1 F信号が生成され、高周波(マイクロ波)f 100のS T L信号として送信される。

【0078】そして、S T L信号は、親局のS T L受信機3で受信され、受信1 F信号に周波数交換され、受信1 F信号からパイロット・キャリアと、F M基準信号とが抽出され、ローカル・ノイズ・キャンセラにて、F M基準信号を復調して受信側周波数基準信号を再生し、再生された受信側周波数基準信号を用いて高周波数特性、高安定度の周波数交換部を生成し、当該周波数基準信号で受信1 F信号が周波数交換される。そして、周波数交換された1 F信号から放送波1 F信号が抽出され、パイロット・キャリアを用いて周波数交換されることにより、周波数補正及び位相補正が軽減されてノイズ・キャンセラで、ノイズ・キャンセルされた放送波1 F信号と受信側周波数基準信号とが放送用送信機5に出力されて、放送用

9 M H z迄のサイドローブ特性が実現できれば、良いことになる。

【0083】本発明の実施の形態に係る地上デジタルTV放送システムによれば、スタジオ内のS T L送信機2で、B S T-O F D M変調器1からの基準信号に基づいて受信側周波数基準信号を生成し、放送波1 F信号と共に多量化してS T L信号を生成して送信し、S T L受信機3及びT T L受信機6で、受信側周波数基準信号を生成して、ローカル・ノイズ・キャンセラ33の働きによつて、再生した放送波1 F信号及び中継波1 F信号の周波数と受信側周波数基準信号の周波数に同期させるので、スタジオのS T L送信機2及び親局のT T L送信機4及び各子局／中継局のT T L送信機7で周波数補正(ずれ)が生じたとしても、親局のS T L受信機3又は各子局／中継局のT T L送信機6の段階で、常に周波数補正を解消して放送波及び初段への中継波を伝送でき、デジタルTV放送システム全体として、高周波数精度を確保できる効果がある。

【0084】特に、本発明では、S T L送信機2において、受信側周波数基準信号を広帯域F M変調してF M基準信号として親局及び子局／中継局に伝送するため、伝送路からの雑音、混信、妨害、フェージングなどの影響を受けにくく、高周波の情報を伝送でき、受信側でクリー

ンな高安定度周波数基準信号を再生できる効果がある。

【0085】また、本発明の実施の形態に係る地上デジタルTV放送システムによれば、S T L受信機3及びT T L受信機6で、受信側周波数基準信号に基づいて高周波及び高安定度の周波数交換部を生成し、ローカル・ノイズ・キャンセラ33の働きによつて、受信した放送波1 F信号及び中継波1 F信号に重畳されていた位相補正をキャンセルし、周波数同期周波数信号に重畳される雑音のみに軽減するので、スタジオのS T L送信機2内の送信周波数交換部26、或いは親局及び各子局／中継局の周波数交換部40に、或いは親局及び各子局／中継局のT T L受信機3又は各子局／中継局のT T L受信機6の受信F/E部30における周波数交換部位相補正や、伝送路でフェージングなどによって加算される位相補正等を、常に受信機内で解消して放送波及び初段への中継波を伝送でき、デジタルTV放送システム全体として、高安定度を確保できる効果がある。

【0086】また、親局のS T L受信機3又は各子局／中継局のT T L受信機6内の高安定度周波数基準信号を再生する部36に設けた周波数交換部を高精度で高安定度の周波数交換部とすれば、地上デジタルTV放送システム全体として、高周波数精度、高安定度を維持できるので、S T L／T T L区間では、本質的に高精度、高安定度を要求する必要がある。つまり、スタジオのS T L送信機2内の送信周波数交換部26に備える周波数交換部、或いは

親局及び各子局／中継局のT T L送信機4、7の送信周波数交換部40における周波数交換部、或いは親局のS T L受信機3又は各子局／中継局のT T L受信機6の受信F/E部30に備える周波数交換部は、高精度、高安定度(高C N R)である必要がなく、安価なシステム構成を実現できる効果がある。

【0087】また、本発明の地上デジタルTV放送システムによれば、スタジオ内のS T L送信機2において、放送波1 F信号にF M基準信号とパイロット・キャリアを周波数多重して伝送し、親局のS T L受信機3及び子局／中継局のT T L受信機6で前述2 Fの信号を使つて、ローカル・ノイズ・キャンセラ33により送信周波数補正(ずれ)を解消し、伝送路でフェージングなどにより加算される伝送信号位相補正、及び送信機内部周波数同期周波数基準信号による伝送信号位相補正を低減するので、各受信機において同一の状態に周波数同期、及び位相補正除去できる効果がある。

【0088】また、S T L受信機3において、放送波1 F信号及びF M基準信号とパイロット・キャリアを周波数多重したS T L信号は、分割しない状態でノイズをキャンセルし、中継波1 F信号として通り中継で次の子局／中継局へ中継していくので、T T L送信機4内に多重化部を設けることなく雑音を軽減化できる効果がある。

【0089】また、1 F中継の場合に問題となる周波数補正のP L L再生時に発生する追従遅延や位相補正重畳による信号の劣化に対しても、親局のS T L受信機3又は子局／中継局のT T L受信機6の内部のローカル・ノイズ・キャンセラ33で周波数同期周波数信号の影響を軽減することにより、伝送信号の品質を損なうことがなく、多段中継を可能とする効果がある。

【0090】また、本発明の地上デジタルTV放送送信方法及び地上デジタルTV放送システムによれば、スタジオ内のS T L送信機2において、放送波1 F信号にF M基準信号とパイロット・キャリアを周波数多重して伝送し、受信側でF M基準信号とパイロット・キャリアを用いて放送波1 F信号及び中継波1 F信号の周波数同期及び雑音・キャンセラを行つて、放送波1 F信号の信号特性以外に精度を確保するための信号を伝送するが、全体としての必要帯域幅は、例えば図10に示したような場合、8 M H zでよく、それほど必要帯域幅を拡大することなく、伝送品質を向上できる効果がある。

【0091】

【発明の効果】本発明の地上デジタルTV放送送信方法によれば、スタジオ内で、受信側における周波数同期及び位相補正に用いる受信側周波数基準信号をF M変調したF M基準信号と、パイロット・キャリアと放送波1 F信号とを周波数多重してから、周波数交換してS T L信号として送信し、送信所で、S T L又は初段の送信所か

らのTTL信号を受信し、周波数変換して受信IF信号を生成し、受信IF信号内のFM基帯信号から受信側周波数基帯信号を取得し、受信側周波数基帯信号とパイロット・キャリアを用いて放送波IF信号の周波数同期及び雑音除去を行い、放送波IF信号としてテレビ受像機に送信すると共に、受信側周波数基帯信号とパイロット・キャリアを用いて受信IF信号と、中継波IF信号を周波数変換してTTL信号とし、中継波IF信号を周波数変換してTTL信号として後段の送信所に中継伝送する。各送信所において、スラジオから伝送されるFM基帯信号から得られる受信側周波数基帯信号に従って高精度に周波数同期させ、更に伝送過程で重畳される位相雑音を除去しながら、放送波IF信号を送信すると共に、中継波IF信号を中継伝送し、高い周波数精度を保持すると共に、伝送品質も向上し、多段中継にも対応できるようにして、全体として十分な性能を保持しながら中継伝送できる効果がある。

【0092】また、本発明の地上デジタルTV放送伝送システムによれば、スラジオが、受信側における周波数同期及び雑音除去に用いる受信側周波数基帯信号をFM基帯信号から受信側周波数基帯信号を取得し、受信側周波数基帯信号とパイロット・キャリアを用いて放送波IF信号の周波数同期及び雑音除去を行い、放送波IF信号としてテレビ受像機に送信すると共に、受信側周波数基帯信号とパイロット・キャリアを用いて受信IF信号と、中継波IF信号を周波数変換してTTL信号とし、中継波IF信号を周波数変換してTTL信号として後段の送信所に中継伝送する。各送信所において、スラジオから伝送されるFM基帯信号から得られる受信側周波数基帯信号に従って高精度に周波数同期させ、更に伝送過程で重畳される位相雑音を除去しながら、放送波IF信号を送信すると共に、中継波IF信号を中継伝送し、高い周波数精度を保持すると共に、伝送品質も向上し、多段中継にも対応できるようにして、全体として十分な性能を保持しながら中継伝送できる効果がある。

【図面の簡単な説明】
【図1】本発明の装置の形態に係る地上デジタルTV放

送システムの概略構成ブロック図である。

【図2】本発明の地上デジタルTV放送システムにおけるSTL送信機内部の構成ブロック図である。

【図3】本発明のSTL送信機内部の各部における信号の周波数特性を示す特性図である。

【図4】本発明の地上デジタルTV放送システムにおけるSTL受信機又はTTL受信機内部の構成ブロック図である。

【図5】ローカル・ノイズ・キャンセルの動作原理を説明するための基本構成図である。

【図6】ローカル・ノイズ・キャンセルの基本構成の各部分の周波数特性を示す特性図である。

【図7】本発明のSTL受信機又はTTL受信機内部の各部における信号の周波数特性を示す特性図である。

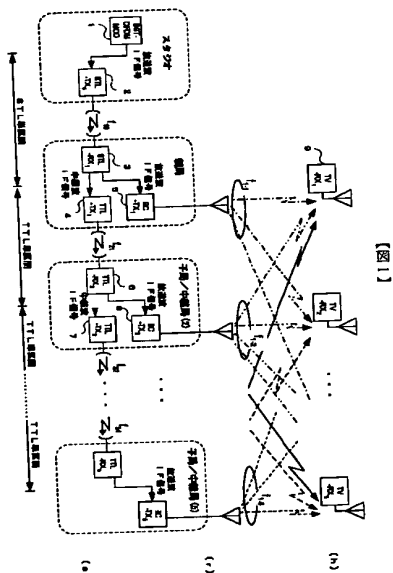
【図8】本発明の地上デジタルTV放送システムにおけるTTL送信機又はTTL送信機内部の構成ブロック図である。

【図9】本発明のTTL送信機又はTTL送信機内部の各部における信号の周波数特性を示す特性図である。

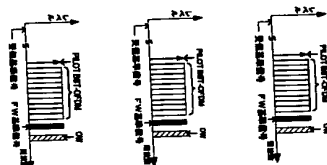
【図10】本発明のSTL/TTL信号の周波数特性（スペクトラム）例及びエミッショントレース例を示す説明図である。

【符号の説明】

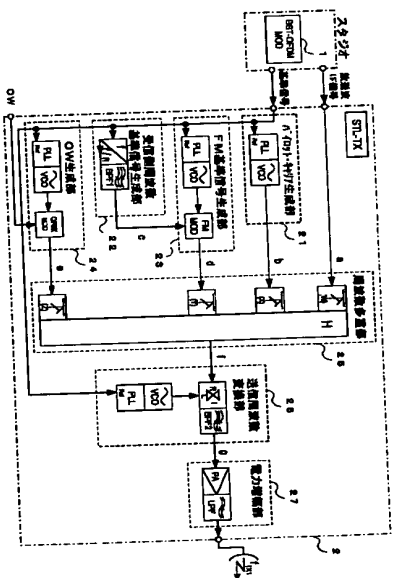
- 1...BST-OFDM変調器、2...STL送信機、3...STL受信機、4...TTL送信機、5...放送局送信機、6...TTL受信機、7...TTL送信機、8...放送局受信機、9...テレビ受像機、21...パイロット・キャリア生成部、22...受信側周波数基帯信号生成部、23...FM基帯信号生成部、24...OW生成部、25...周波数多重部、26...送信周波数変換部、27...電力増幅部、30...受信F/E部、31...受信IF部、32...周波数多重分離部、33...ローカル・ノイズ・キャンセラ、34...パイロット・キャリア再生部、35...受信側周波数基帯信号再生部、36...放送局周波数基帯信号再生部、37...放送波IF信号再生部、38...中継波IF信号再生部、39...OW再生部、40...送信周波数変換部、41...電力増幅部、50...分配器、51...帯域通過フィルタ、52...ミキサ増幅部、60...局部発振器、61...周波数変換器、62...帯域通過フィルタ、63...遅延補正器、70...周波数変換器、71...帯域通過フィルタ



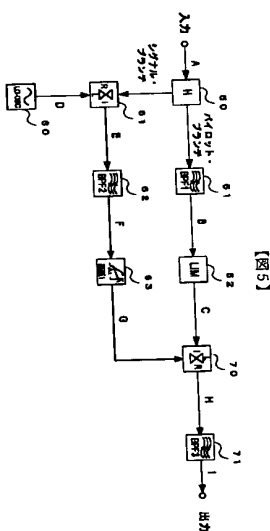
【図1】



【図2】

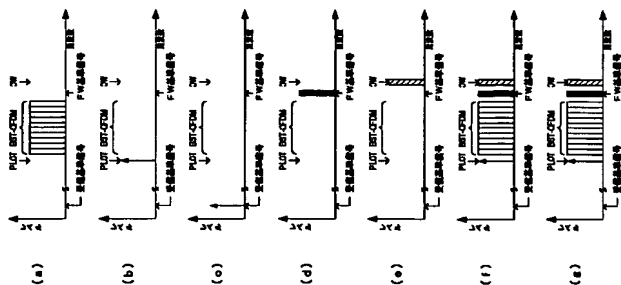


【図3】

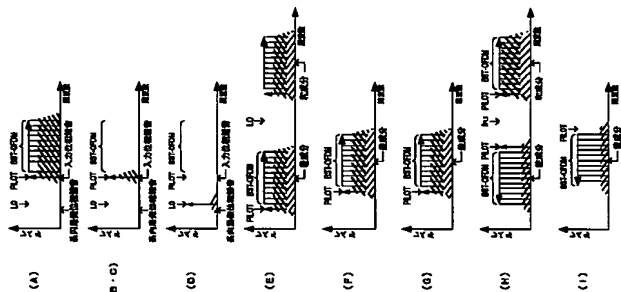


【図4】

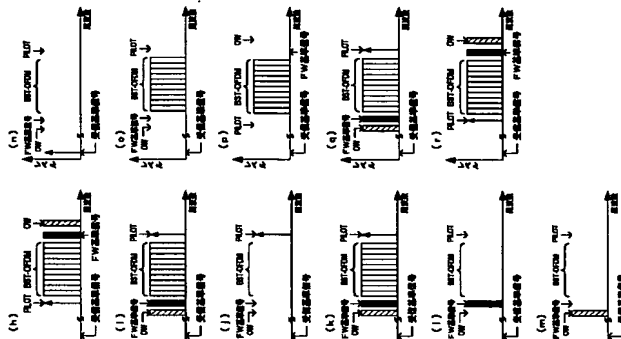
【図3】



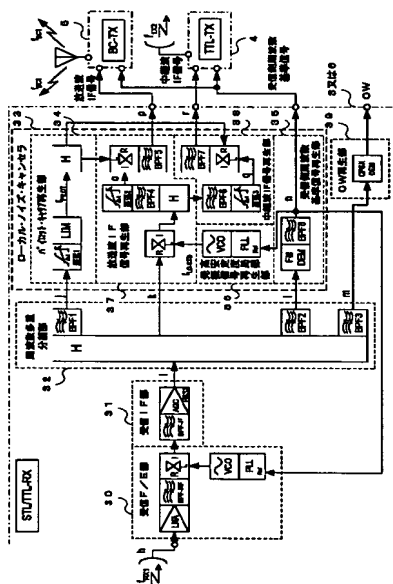
【図6】



【図7】



【図4】



【図8】

